昆蟲蒐藏品、鑑定與分類學對農業的重要性與未來展望

石憲宗[1,*] 陳淑佩[1,*] 李啟陽[1] 李奇峯[1,*]

[1]行政農業委員會農業試驗所應用動物組。台灣 台中市。

摘要

昆蟲是全球最有價值的生物之一，為人類提供無數的生態服務。在農作物生產過程，對昆蟲物種與生態的瞭解不足，導致錯誤鑑定或失去防治先機，讓其中一些昆蟲變為害蟲狀態，並損害我們的作物和經濟。昆蟲分類學在增強社會經濟方面發揮著重要作用，正確的鑑定和分類可為社會節省成本並改善經濟。支持分類學研究有以下好處，包括有助於記錄本土物種多樣性、評估和利用；透過對益蟲的精準鑑定，並從往昔文獻獲得相關的生物學和生態學資訊，以加速生物防治的應用；同時，植物有害生物檢疫也因快速和準確的鑑定，進而提出明快的決策。本文目的旨就昆蟲蒐藏品、昆蟲鑑定以及昆蟲分類對農業的重要性，提出一個平衡的觀點。

關鍵詞：昆蟲蒐藏、昆蟲鑑定、昆蟲分類、農業。

前言

昆蟲為全球物種最多的生物類群，已定名昆蟲約 100 萬種 (Stork 2018)，學者推估約有 300–550 萬種昆蟲尚未定名 (Sailer 1969; Stork 2018) ，顯然人類在完成絕大多數昆蟲物種分類的這條路，尚有一段遙遠的距離。保守估計任何時刻至少有 10 quintillion (=10^{19}) 隻活體昆蟲 (https://www.si.edu/spotlight/buginfo/bugnos) 存在於全球，以 2022 年 7 月 1 日全球總人口 79.5 億來看 (https://www.worldometers.info/world-population/)，昆蟲數量比人類多出 12.6 億倍以上。在生態系統之中，昆蟲是陸域生態系統擁有最大生物量 (biomass) 的生物，為全部有機物的良好分解者和利用者，提供相當重要的生態服務，全球約有

*論文聯繫人
E-mail: htshih@tari.gov.tw
spchen@tari.gov.tw
chifeng@tari.gov.tw

3/4 的作物種類需藉由昆蟲授粉，才能生產農作物，因此昆蟲對人類生存至關重要 (Jankielsohn 2018; Wagner 2020)。Jankielsohn (2018) 指出造成全球農業生產經濟損失 18% 的植食性昆蟲，其物種數目占所有已知昆蟲種數的 0.5%。以人類經濟觀點而言，此類植食性昆蟲被人類定義為農作物害蟲 (crop insect pests)，換算為昆蟲物種數目則有 5000 種，但這 0.5% 害蟲物種卻是人類糧食安全的剋星；另 Savary *et al*. (2019) 統計全球小麥、水稻、玉米、大豆和馬鈴薯等各類重要糧食作物生產熱點之病蟲害種類，大致有 137 種，總計造成 8.1%–41.1% 的產量損失。上開兩篇報告顯示人類現有的防治技術，仍無法有效解決這類經常或重複出現病蟲害的發生、擴散與防治，以昆蟲為例，我們需瞭解害蟲發生的源頭問題 (物種鑑定、行為習性、發生時機、取食習性及寄主範圍等)，才能採取正確與相對應的技術或策略，擬定有別於以往的全方位解決策略。

鑑於植物防檢疫有害生物之分類研究、診斷鑑定技術以及存證標本，為我國植物防檢疫領域的重要研究根基，為此本次研討會以植物檢防疫病蟲害的分類與鑑定為主題，邀請國內專家分享分類研究與鑑定技術之應用進展，包括整合傳統形態與分子技術，作為有害生物的分類與鑑定特徵；從實體存證標本作為鑑定比對依據的重要性，至當代已發展之數位影像辨識，乃至當前國際倡議的網絡分類學 (cybertaxonomy) 應用等。盼與會人員或讀者，可透過專家的分享與論文內容，從產官學研界的共同需求，思考如何為我國農作物有害生物之分類與鑑定，研擬兼顧基礎與應用研究的願景與策略目標。

本文係以昆蟲蒐藏品、昆蟲分類與昆蟲鑑定對農業的重要性進行闡述，讓產官學研界瞭解現代的分子生物鑑定技術雖已日新月異，國際也有相當多的昆蟲鑑定數位網站，但對於擁有昆蟲實體標本蒐藏的博物館或昆蟲標本館，其於農業和生物相關科學領域的地位，仍無法被任何技術或網站所取代，因為實體標本的蒐藏及其標籤資訊，是昆蟲分類與鑑定、植物防檢疫害蟲 (入侵害蟲)、生物多樣性、農業長期生態系統與氣候變遷等研究的重要素材，唯有正確的分類系統與充分的物種資訊，才能支援各類生物科學產出正確的研究成果，並提供行政機關制定完善法規與政策所需之科學論述，進而解決國家層次的環境、健康與糧食安全課題，同時昆蟲等生物標本蒐藏的科學研究用途與展示，也是持續培育科學人才，並提高公眾支持政策的最佳教育處所。

自林奈氏 (Carl von Linné) 於西元 1758 年出版第 10 版自然系統 (Systema Naturae) ，早期的生物分類學家使用顏色及簡單的形態特徵 (例如林

奈以翅之有無，將昆蟲綱分為七個目) (Engel & Kristensen 2013)，作為描述與區辨分類群的依據，歷經 130 餘年，不同的動物分類各自發展不同的動物命名方法，致使國際動物分類學者普遍認為應該制定一部可統一規範動物命名的規約，直至 1889 年全球第一版國際動物命名規約 (International Code of Zoological Nomenclature，下稱 ICZN) 正式出版。昆蟲是動物界的成員，昆蟲分類的物種描述等相關分類作為，亦需遵循 ICZN 規範。由於昆蟲物種龐雜，早期慣用的顏色與簡單形態特徵，隨著時間推進，已無法符合建構昆蟲分類階層/架構 (taxonomic hierarchy) 的需求，因此配合形態觀察儀器 (如解剖顯微鏡、光學顯微鏡、掃描式電子顯微鏡、穿透式電子顯微鏡等) 的進步，昆蟲分類學者逐步開發許多足以釐清不同分類位階 (category) (如種、屬、族、亞科、科、總科、亞目、目) 的獨有特徵 (autapomorphy) 或祖先共有特徵 (synapomorphy) 等形態特徵組，提供物種命名、分類修訂與親緣關係分析所需；除此，昆蟲分類學者在建構高階昆蟲分類體系的過程，也納入行為學、生態學、遺傳學、生化學與分子學等生物學特徵，因此昆蟲分類學是一門整合所有生物分類特徵的綜合性學科。

由於全球存在龐大生物尚未命名的問題，學者擔心許多物種還未發現與命名之前，可能已遭滅絕，此即所謂的分類障礙 (taxonomic impediment) 問題，為克服此障礙，近三十年來，有些國際學者發展極簡分類法 (minimalist taxonomy)，以單一分子序列特徵、輔以極簡單的形態描述、圖片與寄主資訊，針對生物熱點地區的未命名動物，進行物種命名，此似乎符合 ICZN 的規範，但極簡分類法在標本與特徵的取樣數，*備受爭議* (Engel 2021; Zamani et al. 2022)。以當代所使用的表型特徵為例，每個形態至少是由成百上千個基因所組成和表現，這相對於僅使用單一分子序列作為物種區辨的極簡分類法，何者較為嚴謹，已不言而喻。倘若極簡分類法成為動物分類的主流，未來勢必會跳脫 260 餘年所建立的生物分類體系，進而違反 ICZN 促進動物命名具有統一性、穩定性與獨特性的目標，這當中若未謹慎處理，預期會有更多的同物異名 (synonym) 出現，造成各層分類位階 (如種、屬、科、目) 更多的紊亂，也將影響後人援引生物科學研究文獻時，需花費更多時間去驗證其目標研究物種的學名是否正確，或為何變動，更棘手的

問題，就是錯誤援引終將導致後端的應用研究，付出無效研究的代價，這將使原本想快速解決分類障礙的美意，最終卻成為阻礙科學發展的限制因子，成為科學紊亂

的根源。

昆蟲分類是一門需要存證標本，且需要整合形態、行為、生態、遺傳、生化與分子等生物學特徵，最終方能正確命名、修訂及釐清類緣關係，鑑定則在正確的分類體系下，將目標害蟲逐層正確的判定物種，提供農業與生物相關研究，此為本文提出昆蟲分類是一門具有正本清源、驗明正身、預測價值與有效防治等特性的學科，以呼應本次研討會「分類與鑑定技術在植物防檢疫之應用」的主題。

從研究與社會視角評價昆蟲標本蒐藏品的重要性

保存於自然史博物館及學術機構昆蟲標本館的昆蟲標本，是昆蟲資源在當代與歷史的呈現，也是生命科學研究的重要資源，更能反映一個國家在自然科學研究的水平 (吳等 2008)，這些館藏品又以模式標本 (type specimens) 最具科學價值。由於各館的蒐藏政策不同，蒐藏主題與研究目的也略有差異，加上研究生命科學的儀器和技術發展日新月異，昆蟲標本蒐藏品的保存型式不一，包括 (1) 乾燥型式保存，以保護實體標本的原色及標本特徵，又區分為針插標本 (含展翅展足或未展翅展足兩類針插標本)、紙籤黏貼標本 (針對小型昆蟲的非針插標本，以三角籤或長方籤作為標本載台) 以及瓶裝保存集體乾燥標本 (主要針對具保存價值的大量同屬或同種的標本)；(2) 浸液標本，是依研究目的而將標本保存在酒精、福馬林與甘油等化學藥劑；(3) 玻片標本，是將標本經過固定、脫水、染色程序所製成；(4) 樹脂包埋標本，是將標本保存於 (通常為教育推廣或商業販賣)；(5) 及至近代，運用分子技術探討分子特徵時，也會運用前開館藏的乾燥或浸液標本，透過特定程序萃取組織中的核酸序列、蛋白質序列等，將之上傳至生物資訊網站 (如 NCBI, EMBnet 和 DDBJ 三大整合型資訊網站旗下的 GenBank, EMBL-EBI 和 DDBJ 資料庫) 進行查詢、分析、比對與登錄。

無論是基於研究或教育推廣目的而蒐藏的昆蟲標本，每件標本攜帶的特徵 (形態、分子與次級代謝產物等特徵) 及其標籤 (採集標籤與鑑定標籤) 資訊，都是昆蟲分門別類的重要依據，這就是「標本會說話」的緣由，因此具有歷史和主題蒐藏的博物館和學術機構昆蟲標本館，其昆蟲蒐藏品的價值，就有如一座昆蟲圖書館 (entomological library)。換言之，將每個區域、國家、洲際之間的標本館資訊，進行系統性的館際合作，就能架構全球性的昆蟲百科圖書館，為相關科學提供豐富、省時、省工的知識服務，其相關研究成果，終將提供行政與立法部門研擬相關政策與法規所需之科學評估依據。為喚起各界對昆蟲等生物標本蒐藏品的重視，本節將從研究與社會視角，精要論述如下。

一、研究視角

昆蟲蒐藏品的研究價值繁多，其核心價值在於所有標本，不僅是當時的存證標本，同時也提供昆蟲分類學者豐富的研究材料，經過分類學者的分門別類，讓所有昆蟲標本找到屬於自己的家，當昆蟲獲得驗明正身之後，不僅可建立目標昆蟲分類群的分類與昆蟲組成等研究基礎，對後續有關昆蟲生態與防治管理等研究，才有辦法進行系統性的紀錄，成為科學研究與政策研擬的共通語言，這也是生物分類學為生命科學研究之母的真諦。

在研究視角部分，有關昆蟲蒐藏品可提供與解決昆蟲分類問題的內容，可參考吳等 (2008)，本文於此僅就昆蟲蒐藏品對農業重要性，擇要論述如下。

(一) 對生物多樣性 (biodiversity) 研究的影響與重要性

生物多樣性 (biodiversity) 議題與人類生存密切相關，早在1970年代，生物學家的調查顯示人為開發活動，是導致生物多樣性負面效應的主因，為此掀起各國的生物保育運動，逐漸受到決策者和大眾關注。1992 年 6 月 5 日，聯合國環境與發展大會於巴西里約熱內盧，由各締約國簽署生物多樣性公約 (Convention on Biological Diversity，簡稱 CBD)，迄今全球到底有多少生物物種，三十年來透過不同的理論模型運算，仍僅止於粗估，其原因錯綜複雜，但涉及跨洲、跨國、跨部門與跨學門等地域、政治、經濟與科學發展程度等巨觀因素的差異。以昆蟲綱 (Insecta) 為例，已定名的昆蟲約有一百萬種 (Stork 2018)，推估尚有 300–550 萬種昆蟲尚未定名 (Sailer 1969; Stork 2018)。

各國大大小小的自然史博物館與學術機構，其所典藏的昆蟲等生物標本和古生物標本，保存並紀錄過去迄今生物多樣性組成的重要資訊，是發展分類學 (taxonomy) 和系統學 (systematics) 的最大集中地，這兩項研究對古生物學 (paleontology)、地質學 (geology)、生物地理學 (biogeography)、氣候研究 (climate study)、生態學 (ecology)、分子生物學 (molecular biology) 和保育生物學 (conservation biology) 等學科，提供了重要的科學根基，也是政府研擬動物領域、人類健康、農業、製藥與生物資源管理等重要政策的參考依據 (Novacek & Goldberg 2013)，同時區域性館藏品 (regional collections) 保存各區域獨特的昆蟲標本，對於全球生物多樣性所存在的分類、地理以及時間上的研究空白，具有填補的重要貢獻，例如學者從區域館藏品，就可研究與分析極度瀕危挵蝶物種 *Oarisma Poweshiek* 的

潛在衰退原因 (Monfils *et al*. 2020)。

世界各地的生物標本蒐藏總量非常龐大，然基於各館資料管理方式及開放程度不一，迄今學者仍無法正確估算全球生物標本的總量，這些落差包括對於標本件數的認定標準不同 (各館因空間與人力有限，多數僅能將小型昆蟲乾燥集體標本以瓶裝保存，此僅列為 1 件)，且標本資料的記錄方式也不同 (受限人力和設備不同，標本登錄方式有紙本或簡單檔案紀錄，即時登錄的標本資料庫仍佔少數) 等原因。根據既有文獻紀錄，全球自然史相關標本館大致蒐藏 100 萬個以上的生物分類群，總標本量約 2.5–30 億件標本 (Duckworth *et al.* 1993; OECD 1999; Chapman 2005；Monfils *et al*. 2020)。

為提供全球科學家可快速取得生物多樣性資訊，各國政府應關注並挹注經費，支持發展可持續性的生物資源調查、標本保存以及資訊數位化，透過加入全球生物多樣性資訊機構 (Global Biodiversity Information Facility, 下稱 GBIF)，進行資訊分享，如此才能讓全球生物多樣性研究，達到可持續性發展。儘管有學者認為引用 GBIF 資訊分析生物多樣性或生物地理分布，恐會受歐洲和北美等生物科學調查相對進步國家的資訊影響，導致研究結果會出現區域性權重不同的問題，但在網際網路發達與資訊開放潮流下，運用全球公開的生物數據資料庫進行相關研究分析，在成本效益與資料廣度上，已不可避免，同時這也可透過其他研究方法，進行資料校正。以 Zattara & Aizen (2021) 的研究為例，為瞭解決過去論述蜜蜂衰退現象，僅集中於區域性研究，缺乏全球規模的研究報告，因此透過分析 GBIF 搜錄各國所提供一個多世紀以來可公開獲得的蜜蜂標本資訊，進行全球蜜蜂物種豐度的分析，結果顯示自 1990 年代以來，全球範圍內的蜜蜂物種數量呈現穩定下降，此意味全球的大規模農業化、城市化、土地集約利用以及氣候暖化等複雜因素，將破壞植物授粉昆蟲在生態系統為野生植物和農作物授粉的生態服務效能，並正在引發生態和經濟層面更多的負面後果。

(二) 對農業長期生態系統研究的重要性

昆蟲在其自然生態系統中，代表了許多不同的營養棲位和廣泛的生態功能，昆蟲在生態系統中的主要生態功能 (ecological function) 是生態系統循環 (ecosystem cycling)、授粉、捕食/寄生和分解 (decomposition) (Jankielsohn 2018)。

在全球生態系統的食物網，學者依據不同研究目的，將昆蟲的取食行為或生活方式，歸納為不同的生態功能群 (functional groups in ecology)。其中，依取食習性可歸納為植食性

(phytophagous)、肉食性 (carnivorous)、腐食性 (saprophagous)、雜食性 (omnivorous) 以及吸血性 (hematophagous) 等五大類，每類再依其取食寄主的部位進一步歸類。例如植食性昆蟲可細分為授粉者 (pollinators)、食果者 (frugivorous)、食種子者 (granivorous)、食材性 (xylophagous) 以及食根性 (rizophagous) 等，肉食性昆蟲可細分為捕食者 (predators) 與寄生捕食者 (parasitoids)，腐食性 (saprophagous) 昆蟲則可細分為食碎屑性 (detritophagous)、食糞性 (coprophagous) 及食腐屍性 (necrophagous) 等；依棲地或生活方式歸類者，可區分為水生 (aquatic) 或陸生 (terrestrial) 昆蟲，以及夜行性 (nocturnal) 和日行性 (diurnal) 昆蟲等。各類功能群昆蟲，在陸域與水域食物網的能量傳遞過程，各自扮演不同的角色，不同功能群昆蟲的組成程度與豐度，也可反映農業生態系統的健康程度。

農業生態系統包括慣行、友善與有機等不同管理強度 (management intensity) 的耕作方式與地景，昆蟲多樣性 (insect diversity) 隨著增強農業管理強度而降低，並造成可支持生態系統健康至關重要的昆蟲科級功能類群，也隨之減少 (Bellamy *et al*. 2018)。以熊蜂 (bumble bees) 為例，在授粉上與蜜蜂都具有重要的生態系統服務功能，然此類授粉蜂的族群數量、物種數目正在世界範圍內明顯下降，地理分布也有明顯的變化，Nooten & Rehan (2019) 檢查採自野外的四種熊蜂標本，同時也檢查保存於美國新罕布什爾大學昆蟲蒐藏 (the University of New Hampshire Insect Collection, UNHC) 的這四種熊蜂標本，所有這些標本採集年代已橫跨 125 年，研究結果顯示不同熊蜂物種均隨時間推進，往緯度或海拔較高的區域分布，且四種熊蜂的體型大小，均較上一世紀降低，其中體型較大的物種，其種內個體體型下降的程度，更為明顯。以上，顯示昆蟲標本蒐藏品有助於追蹤各類指標昆蟲在農業長期生態系統的種群發展與地理分布變化。

(三) 對植物防檢疫害蟲與入侵害蟲管理的重要性

隨著國際貿易頻繁，入侵有害生物 (invader pests) 在全球各地不斷發生，造成重大的經濟損失。以入侵美國的動、植物和微生物等外來生物為例，每年對環境和經濟造成 1,380 億美元以上的損失，其中害蟲與害蟎每年對農作物 (尚未包括牧場) 與森林植物所造成的經濟損失，至少，分別超過 145 億美元 (包括草坪、花園和高爾夫球場的害蟲與蟎蟲的防治成本約 15 億美元) 與 21 億美元，同時

政府還需額外投注 5 億美元 (尚未包括防治森林外來害蟲的成本) 的外來害蟲防治成本 (Pimentel *et al*. 2000; Follett & Neven 2006)，這些還沒有包括國家需要投注在研究有害生物防治與管理的成本。

為了降低外來入侵有害生物造成社會與經濟的莫大損失，各國面臨外來或入侵有害生物課題時，昆蟲分類學者總被付予鑑定和諮詢的重任，為此其首要之務，就是釐清有害生物物種及其來源，除透過文獻查詢之外，尚可透過聯繫查詢入侵物種分布地區的相關昆蟲標本館的館藏標本資訊，以快速搜集該物種的當前分佈資訊，並進行後續確認入侵種群來源、重建傳播速度以及對生態影響評估等研究，其研究將可作為植物防檢疫主政機關研擬法規或一般防治策略所需的科學參酌證據。例如 Suarez *et al*. (2001) 透過文獻回顧、博物館蒐藏品和田野調查的綜合分析，重建過去 100 年入侵阿根廷螞蟻 (*Linepithema humile*) 在入侵美國之後，其擴散模式包括局部運動和長距離跳躍 (人為方式)，這些也可作為美國或其他國家，面對相同或其他危害習性相似之外來螞蟻，參酌研擬妥善的植物檢疫 (phytosanitary) 措施或偵查方法。

除此，博物館藏品也可被用來衡量入侵物種，隨時間會與寄主植物彼此產生抗性化學物質 (Suarez & Tsutsui 2004)，例如 Berenbaum & Zangerl (1998) 使用美國伊利諾伊大學植物標本館 (the collection of the Herbarium of the University of Illinois) 於 1873–1989 年間之館藏歐洲防風草 (*Pastinaca sativa*) 植物標本，同時依據植物標本採集地，從同地理範圍採集當代的歐洲防風草，研究歐洲防風草扁腹蛾 (the parsnip webworm, *Depressaria pastinacella*) 及其主要寄主植物 – 歐洲防風草 (*P. sativa*) 及野生歐洲防風草，彼此之間抗性化學物質的變化，結果顯示植物抗性性狀及昆蟲毒力性狀，隨著時間產生持續性的變化，顯示物種在進入新環境後，具有快速進化反應的潛力。

(四) 監控未知的蟲媒植物病原或蟲媒植物病原的潛在媒介昆蟲

Trivellone *et al*. (2021) 以伊利諾伊州自然史調查中心 (Illinois Natural History Survey, INHS) 館藏 227 件來自全球自然棲地的韌皮部取食習性葉蟬 (phloem-feeding leafhoppers) 為材料，運用 PCR 技術從此些葉蟬標本體內，鑑定出六種往昔未知的植物菌質體菌株 (phytoplasma strains)，此顯示自然界上存在許多未知的菌質體菌株以及或菌質體的潛在媒介葉蟬種類，未來更大規模的調查將有助於瞭解植物菌質體的遺傳多樣性及其媒介葉蟬種類，為全球農業生態

系統中出現新的植物菌質體疾病，提供早期預警。

(五) 對全球氣候變遷研究的重要性

人們普遍認為，全球氣候變化威脅著生態群落和個體物種的生存，研究人員透過檢查博物館昆蟲標本及其所攜帶的採集資訊，可瞭解氣候暖化的影響，已改變某些昆蟲物種的生物學，造成此些昆蟲族群密度產生變化，並在空間分布進行遷移 (Suarez & Tsutsui 2004)，例如 Parmesan (1996) 在北美調查蛺蝶科的 *Euphydryas editha*，並與博物館館藏標本的歷史紀錄進行比較，發現此種蝴蝶顯著向北移動。

二、社會視角下有形與無形效益之貨幣價值 (monetary value)

(一) 具科學經濟效益

一些與人類生命和生存直接有關的領域，很容易呈現出該領域的經濟效益與研究價值。但遺憾的是，生物分類學、生物系統學、生物多樣性與生態長期調查等基礎生物科學，是全球眾所皆知的重要學門，卻很難向立法與行政部門，提出其貨幣價值，因此經常面臨研究斷炊無以為繼的窘境。以上為全球普遍性存在的現象，因為立法部門審查政府科技計畫經費預算時，希望計畫審查部門，可對有形與無形的科學研究成果，提出量化績效的定義；對典藏生物標本的標本館或博物館而言，就需要在學術研究、推廣服務、經濟效率、社會與產業效益等績效指標，呈現生物蒐藏品對傳統分類學和系統學、科學教育、國土安全 (生物多樣性、氣候變遷、糧食安全等)、公共衛生安全 (如以分子生物技術檢測館藏西尼羅病毒 (West Nile virus) 病媒蚊標本，確認病媒蚊種群來源) (Fonseca *et al*. 2001)、農業 (如以分子生物技術檢查館藏地中海果蠅 (*Ceratitis capitate*) 標本，重建不同年代的入侵路徑) (Davies *et al*. 1999)、環境變化監測 (環境汙染等) 等不同領域的相關量化價值。這些績效，更多將成為政府制定相關政策所需的科學論述依據，例如制定防止昆蟲傳播具動植物健康風險的風險管控政策、制訂保護自然生態系統和農業資源相關補貼政策所需之指標生物 (昆蟲、鳥類、哺乳動物等) 科學分析結果，這些每年都為政府和利害關係人節省可觀的財政支出。

為此，本文從社會視角，以昆蟲標本蒐藏品為例，特別針對生物科學之母的分類學及其賴以研究的生物標本蒐藏品，提出其所帶來有形與無形的社會經濟效益，讓產官學界可正視昆蟲蒐藏品的保存與應用價值。

事實上，保存許多無形知識與實體昆蟲蒐藏品的各地昆蟲標本館或自然史博

物館，每年可節省研究人員相當多的時間和經費。Suarez & Tsutsui (2004) 以自身研究經驗為例，一年之內向美國各地標本館商借標本，或到美國國立自然史博物館 (the National Museum of Natural History) 待上一週，所需研究費用僅 100–1,000 美元，如果從美國到阿根廷採集一個月，至少需花費 5,000 美元；學者擴大估算美國國立自然史博物館昆蟲蒐藏部門，在 2002 年接受 265 位學者到館研究的服務，為學術和其他科學機構節省超過 100 萬美元。以上狀況，遍存於各國分類研究學者身上，隨著全球館際標本數位化服務的普及化，將為更多國家及其研究人員節省大量時間和差旅費用。

(二) 具教育及人才培育效益

博物館或昆蟲標本館之館藏品，除可作為昆蟲分類學、系統學、生物地理學、生態學和生物安全等研究素材，對於為大學生和下一代昆蟲學家的職業培訓至關重要 (Lessard *et al*. 2017)。隨著網際網路發達以及多元科學發展需求之下，許多具有悠久歷史傳統的知名博物館或昆蟲標本館，普遍面臨愈來愈難競爭研究或管理為運的經費，造成後續無法有效管理維運或專業分類研究人力不足等問題。但是聯合國教育、科學及文化組織 (UNESCO) 認為博物館搜集的館藏品，是見證和保護自然的主要手段 (UNESCO 2015)，因此博物館具有科學教育傳播的功能，隨著近代各類型的網路社群網站或平台成立以來，愈來愈多的知名博物館為了教育推播以及維運，逐漸善用 Facebook、Twitter 和 YouTube 等社群網站或平台，進行策展專題的或教育推廣的宣傳推播，吸引訪客並和公眾進行有效互動，同時也從中與用戶進行交流意見，讓博物館有機會聽到用戶的建議，選擇可具體改善管理效能或提升服務品質的意見，最終達到良性互動並提升博物館聲譽 (Lessard *et al*. 2017; Kydros & Vrana 2021)，以達到博物館教育推廣、人才培育與永續經營的目的。

昆蟲分類學與鑑定對農業的重要性以及有待克服的問題

昆蟲學在教育部「中華民國學科標準分類 (106 年 9 月第 5 次修正)」所屬的領域、學門、學類與細學類，分別為自然科學、數學及統計領域/生命科學學門/生物學學類；以及農業領域/農業學門/其他農業學類/植物保護系學類。以上歸類方式，昆蟲學屬於生命科學和農業兩個領域的研究範疇，然昆蟲亦涉及人類健康 (如醫學昆蟲)，因此也與醫藥衛生及社會福利領域有關。

昆蟲學轄下包括許多學科，昆蟲分類與鑑定，是生命科學與農業兩大領域的重要基礎學科，依循國際動物命名規約的分

類作為，可建構趨近於自然血緣關係的分類架構，讓目標昆蟲放在正確的分類位階，因此一個穩定的分類架構，提供昆蟲鑑定的重要基礎。在醫學病媒昆蟲、農業重要昆蟲的往昔研究，已有許多正確鑑定昆蟲，達到快速管控病媒蚊或植物重要害蟲；或因錯誤鑑定昆蟲，造成後續無效防治的實例。

對農業的重要性

生物分類學是研究生物物種之鑑定、分類、描述、命名、系統發育及演化的科學，為所有生命科學之母，提供農業、林業、漁業、畜牧業、植物、動物、微生物、人類健康、動植物檢防疫、環境生態保護與生物多樣性管理等生物科學發展的重要根基。與其他所有科學一樣，分類學是基於明確的概念及假設，進行有系統的驗證，它需要一種綜合方法，讓科學家們透過協作使用來自形態學、行為學、生物聲學、生態學、地理、分子、化學、歷史和其他不同研究領域的數據結果，因此分類學為所有生物學學科之中，最具綜合性的學科 (Engel 2021)。

生物分類學是以生物學特徵作為分門別類的依據 (楊 2001)，主要是以形態學 (包括外部形態、內部結構與各部位的比例等) 為基礎，另透過研究行為學 (如直翅目蝗蟲、蟋蟀與螽蟴等分類群的鳴聲特徵)、遺傳學 (如染色體的形態、位置等相關特徵應用)、生態學 (如寄主範圍、棲息部位) 與生物化學 (如同功異構酶電泳、表皮碳氫化合物) 所取得的特徵，並加上分子特徵 (特別是DNA 條碼 (DNA barcoding))，共同組成有用的生物學特徵組。

由於地球尚未定名的生物種類繁多，以昆蟲為例，Sailer (1969) 指出全球僅有 1/3 昆蟲被分類定名，倘若以每年命名 8,000 個新物種的研究速度估算，至少還需要 250 年時間才能完成所有昆蟲的定名。這讓分類學家無時無刻都與時間賽跑，以免生物還未被發現就消失，同時有些條碼學者 (barcoders) 為加速發現和定名那些存在於鞘翅目、雙翅目、膜翅目以及鱗翅目的超多樣性昆蟲分類群 (hyperdiverse insect taxon, 指物種歧異度高的昆蟲分類群) (Srivathsan *et al*. 2019)，遂發展出僅依據 DNA 條形碼、照片與簡單描述，就快速發表物種描述之極簡分類法 (minimalist taxonomy)，例如 Sharkey *et al*. (2021) 以此法發表 403 種的哥斯大黎加小繭蜂 (braconids) 新物種，然其被挑戰之處，在於粒線體系統發育經常因多種原因而脫離物種樹，且在地理分布取樣不足，過度依賴單個粒線體條碼 (mitochondrial barcode) 的狀況下，其分類作為實有待商榷 (Zamani *et al.* 2022)。

由於動物學的物種 (species) 為演化和生物多樣性的基本單元，是以生物學

種 (biological species) 為定義 (即自然種群的分類群，其任意兩個性別的個體，可互相交配並繁殖具有生殖能力的後代，與其他種群，彼此具有生殖隔離)。前述僅藉由單一或少數分子序列特徵定名的物種，在動物分類階層/架構的每一個等級/位階 (如種、屬、科、目)，是否具有穩定的遺傳演化速度，就如同形態特徵所建構的絕大多數分類群的物種，即便該分類群使用的形態特徵組，未具種級的區辨性，也是無法解決隱蔽種 (cryptic species) 問題，例如菸草粉蝨種群 (*Bemisia tabaci* species complex) (柯等 2002)。事實上，而眾多定名的動物物種，也沒辦法一一由生物學種定義作為檢驗標準，因為許多物種被發現的個體非常稀少，更多的物種，已無法再次被發現。因此，生物分類學應回歸至基本的科學精神，以正本清源、包容性、穩定性與預測價值為核心，運用穩定與有效的形態、分子、生態與生理等多重特徵，作為定名、修訂與遺傳演化的研究與驗證依據。

分類與鑑定的區別，分類是由下而上，物種描述的同時，根據物種之間其特徵組的異同及演化關係，將物種逐級往上分類，放在適當的位階 (屬、科、目)；鑑定則是由上而下，逐級確認至種。以昆蟲為例，昆蟲分類學者是受過完整的分類原理訓練，熟悉且遵守國際動物命名規約，同時也具有撰寫分類研究報告的能力；昆蟲分類學者所製作的各分類等級的檢索表 (keys)，以 A 科級昆蟲之二叉式檢索表 (dichotomous key) 為例，會使用足以區分為兩群的一或多對的相對診斷特徵 (例如後翅末端可覆蓋腹部末節、後翅末端無法覆蓋腹部末節)，提供使用者選擇，直至完成科內各屬的鑑定。

昆蟲檢索表的使用者，除分類學者外，餘多為大學生物相關系所與行政院農業委員會 (下稱農委會) 各試驗場所的昆蟲專家，以及機場港口檢疫站的植物檢疫人員，其前提須能瞭解昆蟲形態診斷特徵之專業術語，也需有能力判斷檢索表內容是否可用，例如一旦國內或國際上，某類農業重要害蟲的屬級分類群新增物種，此時檢索表就須更新，否則會誤用。至於經常用以快速鑑定物種的 DNA 條碼，其條碼資料庫既有資訊，若是建立在錯誤的形態鑑定基礎，則其比對資訊也將不正確，這些雙邊的困境，就是為何需由條碼學者和昆蟲分類學者彼此互相合作之因。

擬訂適當策略縮短鑑定時程，並培育植物有害生物之分類與鑑定人力

鑒於我國農委會所屬各試驗改良場所，以及教育部所屬大學的昆蟲分類專家人力不多 (蟎類分類專家更少)，面對多元化的農業昆蟲相關鑑定業務愈來愈繁重的實況，昆蟲或蟎類分類專家如何有效解決農政主管機關的鑑定業務，保障國內植

物有害生物防疫需求，並促進農產品外銷暢通，已成植物防疫檢疫領域的重要課題。

在行政面，國家已有完備的相關法規、細則和辦法；在執行面，面對植物有害生物可能透過國外農產品進入國境、氣候暖化與極端天氣事件可能有利有害生物族群增長 (如暖冬造成水稻第一期作遭受褐飛蝨危害、乾旱引發蟎類與薊馬族群竄升)、隨季風而遷飛 (如褐飛蝨、瘤野螟、秋行軍蟲等) 等方式，進行主動或被動擴散。以上，動植物防疫檢疫局每年均會針對植物檢疫有害生物及國內植物防疫重要有害生物，編列相關計畫或召開專家會議，委託專家鑑定、偵測與監測，以降低植物有害生物對農業經濟的衝擊，這當中應可透過更彈性的鑑定策略以及建立植物檢防疫重要有害生物科級與重要物種之鑑定共通平台，除了可作為培訓專業鑑定人力，也可達到大幅縮短鑑定時程的可持續性業務目標，有效緩解植物檢疫人員的繁重業務，並克服鑑定專家人力不足的問題。

依據植物防疫檢疫法第14條第1項，中央主管機關得依據有害生物疫情及危害風險，就檢疫物之輸入，公告檢疫規定，採取禁止輸入、依檢疫條件管理與隔離檢疫等檢疫措施，並依此制定於中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定 (110 年 11 月 8 日修正)。上開之兩類檢疫措施其相對應的有害生物，分別稱為甲類與乙類有害生物，至於乙十類的相對應有害生物，即管制類有害生物，其輸入之植物或植物產品，應經適當之檢疫處理，確定該有害生物完全滅除後，始得輸入。綜整以上，甲類檢疫害蟲共有 21 種、乙類檢疫害蟲共有 15 種、乙十之管制類害蟲共有 342 種。以上，有關甲類與乙類檢疫害蟲的物種形態或分子鑑定，國內的昆蟲分類、昆蟲鑑定專家以及植物檢疫人員，已有相關圖鑑與參考文獻可資參考，且已有相關之分子鑑定技術，然對 342 種乙十管制類害蟲的鑑定，則需建立相對應的鑑定資訊以及存證標本，方能達到縮短鑑定時程，並作為後續培育害蟲鑑定人力的重要資訊。

未來展望

我國目前設有昆蟲標本蒐藏的公部門，包括國立自然科學博物館 (下稱科博館)、國立臺灣大學昆蟲學系、國立中興大學昆蟲學系及國立屏東科技大學植物醫學系等，以及農委會農業試驗所 (下稱農試所)。以上各館皆依其館藏政策進行蒐藏，除科博館具有博物館層級的維運管理，其餘則由各單位指定學者擔任管理者，作為標本實體蒐藏與商借等科研交流的窗口，各館館藏昆蟲標本迄今皆有一定程度的數位化。

農試所為農委會唯一設置農業昆蟲與蟎類標本館 (附錄一) 的機關，在應用

動物組與植物病理組，分別編制昆蟲分類與植物病原微生物分類之研究人力，歷年除肩負農作物病蟲害及其生物天敵之相關研究，並針對農政機關與產業需求，提供政策或產業應用之研究服務。以植物病蟲害為例，隨著國際貿易頻繁，植物檢疫人員每年從機場、港口及邊境執行輸入植物檢疫工作時，檢出相當多的外來病蟲害，並將其中之特定病蟲害樣本，後送至農試所進行鑑定；另外農試所同仁在調查國內作物關鍵或新興病蟲害、或於農業環境進行昆蟲、植物病原微生物與食用蕈等資源調查、或自國外昆蟲相關研究機關交換或索取之重要害蟲標本，均會將重要的存證標本及其相關資料，保留於農試所，以作為我國植物防檢疫病蟲害診斷鑑定的比對基礎。

本文以農試所農業昆蟲與蟎類標本館 (下稱本館) 為例，說明昆蟲蒐藏品、昆蟲分類與鑑定對農業重要性之未來展望。農試所昆蟲分類研究人力，主要編制於應用動物組之昆蟲分類研究室，目前主要業務為半翅目、鞘翅目與部分膜翅目寄生蜂之昆蟲分類、農業重要害蟲之鑑定服務、重要昆蟲之科級 (family category) 形態鑑定、農業長期生態系統之昆蟲組成分析、植物重要害蟲情報蒐集分析、發展關鍵害蟲數位影像圖索表或鑑定系統等，並由其他具有形態或分子鑑定技術專長的同仁，協助鑑定蟎類、纓翅目、重要果瓜實蠅與雙翅目蕈蠅，因此農試所也是行政院農委會動植物防疫檢疫局 (下稱防檢局) 在植物檢防疫害蟲鑑定業務的重要合作夥伴之一。這當中，農試所的昆蟲分類與鑑定相關研究人力，並無法涵蓋農業所有昆蟲類群，為此對於農業其他重要害蟲所屬的目級 (order category) 分類群，如雙翅目、鱗翅目、直翅目與膜翅目等，甚至在蛛形綱、蟎蜱亞綱的葉蟎、偽葉蟎、細蟎、節蟎與粉蟎等，就須與國內教育部所屬大學昆蟲或生物相關學系的昆蟲與蟎類之分類專家 (含退休人員)，或是國際學者，進行充分合作。

昆蟲與蟎類為物種多樣性高的節肢動物，也是農業環境作物生產的重要限制因子或生物天敵，加上國際貿易頻繁，植物檢疫人員每年均自輸入農產品檢出害蟲與害蟎，但囿於國內昆蟲與蟎類之就業人力有限，如何保存我國歷年的植物害蟲與害蟎標本及其鑑定資訊，以作為專業資訊傳承、人力培訓與加速鑑定的重要基礎。為此，倘若可透過農試所既有的農業昆蟲與蟎類標本館規模，進行跨機關合作，將防檢局委託各機關鑑定之農業害蟲與害蟎的存證標本，送至農試所保存，並建立統一的存證標本資料庫，使之可擴大為國家農業昆蟲與蟎類標本保存與鑑定中心的資訊平台，讓使用者 (國內昆蟲分類或鑑定專家以及植物檢疫人員) 可透過線上鑑定、線上學習、資訊共享與協同作業，

建立信任關係，從而打破本位主義迷思，縮短防檢局各分局植物檢疫人員後送害蟲至各機關所需之鑑定時程，讓植物檢疫人員可對檢出害蟲之輸入產品，依法做出適當的處置措施。

以上無論是鑑定中心或各機關從事害蟲鑑定的計畫，則由相關部門妥善編列適當經費，並將標本存放機制納為計畫工作內容，使各方皆可從事最基本的分工合作，屬於可加值產出的成果，則有賴申請其他型式的科技計畫或國際合作，以確保每個時代的植物害蟲實體存證標本與數位影像鑑定資訊，可完整保存國家農業昆蟲與蟎類標本保存與鑑定中心的資訊平台，成為兼顧實體運作與數位保存的可持續性系統。

至於培育公部門的昆蟲與蟎類分類或鑑定人力，在我國有其契機，例如科博館已有昆蟲分類專家並建立完善的標本蒐藏登錄制度；各大學昆蟲或生物相關學系，亦有昆蟲分類學者授課並指導研究生，此類學生未來則可進入生命科學和農業兩個領域的相關研究機關或大學，擔任研究人員。上開，唯一需考量的是各用人機關與人才培育機關 (大學昆蟲相關系所)，對於昆蟲分類專長研究人力的銜接和養成，需有人力分析與布局的規劃；除此，在昆蟲分類與鑑定之學理與應用部分，如本文前述，昆蟲分類本為綜合性學科，在維持分類系統穩定的前提下，任何足以準確鑑定的技術，皆為好技術，但為了解決分類障礙，卻預期會製造更多分類障礙的分類作為，則需審慎思考。

參考文獻

石憲宗、何琦琛、陳淑佩。2002。農業試驗所昆蟲與蟎類標本館的館史與特色。博物館專業成長研習：博物館展示實務的合作經驗。65 – 68頁。國立自然科學博物館編印。臺灣，臺中。72頁。

吳文哲、黃旌集、石憲宗。2008。昆蟲標本在農業與醫學上的重要性。昆蟲與蟎蜱標本資源之管理與應用研討會專刊（黃坤煒、詹美鈴主編）。127–140頁。國立自然科學博物館出版。台中。250頁。

柯俊成、陳秋男、王重雄。2002。菸草粉蝨種群 (*Bemisia tabaci* species complex) 分類群綜述。台灣昆蟲 22: 307–341。

周樑鑑、邱瑞珍。1987。臺灣省農業試驗所昆蟲標本館簡介。博物館學季刊 1(2):75–76。

楊正澤。2001。防檢疫害蟲標本鑑定與分類之技術。113–138。植物重要防檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊(一)。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局、國立中興大學昆蟲學系。台中。167

頁。

羅幹成。1986。伍、應用動物。農試所四十年發展：第221–264頁。台灣省農業試驗所編印。臺灣，臺中。381頁。

Bellamy, A. S., O. Svensson, P. J. van den Brink, J. Gunnarsson, and M. Tedengren. 2018. Insect community composition and functional roles along a tropical agricultural production gradient. Environ. Sci. Pollut. Res. 25: 13426–13438.

Berenbaum, M. R. and A. R. Zangerl. 1998. Chemical phenotype matching between a plant and its insect herbivore. PNAS 95: 13743–13748.

Davies N, F. X. Villablanca, and G. K. Roderick. 1999. Bioinvasions of the medfly Ceratitis capitata: Source estimation using DNA sequences at multiple intron loci. Genetics 153: 351–360.

Denmark, H. A. 1971. Insect identification: What is it? Fla. Entomol. 54: 101–104.

Duckworth, W. D., H. H. Genoways, and C. L. Rose. 1993. Preserving Natural Science Collections: Chronicle of our environmental heritage. Mammalogy Papers: University of Nebraska State Museum. 271.http://digitalcommons.unl.edu/museummammalogy/271

Engel, M. S. and N. P. Kristensen. 2013. A history of entomological classification. Annu. Rev. Entomol. 58: 585–607.

Engel, M. S. 2021. The taxonomic impediment: a shortage of taxonomists, not the lack of technical approaches. Zool. J. Linn. Soc. 193: 381–387.

Follett, P. A. and L. G. Neven. 2006. Current trends in quarantine entomology. Annu. Rev. Entomol. 51: 359–385.

Fonseca D. M., S. Campbell, W. J. Crans, M. Mogi, I. Miyagi, T. Toma, M. Bullians, T. G. Andreadis, R. L. Berry, B. Pagac, M. R. Sardelis, and R. C. Wilkerson. 2001. *Aedes* (*Finlaya*) *japonicus* (Diptera: Culicidae), a newly recognized mosquito in the United States: Analyses of genetic variation in the United States and putative source populations. J. Med. Entomol. 38: 135–146.

Jankielsohn, A. 2018. The importance

of insects in agricultural ecosystems. Adv. Entomol. 6: 62–73.

Kydros, D. and V. Vrana. 2021. A Twitter network analysis of European museums. Mus. Manag. Curatorship, DOI: 10.1080/09647775. 2021.1894475

Monfils, A. K., E. R. Krimmel, J. M. Bates, J. E. Bauer, M. W. Belitz, B. C. Cahill, A. M. Caywood, N. S. Cobb, J. B. Colby, S. A. Ellis, D. M. Krejsa, T. D. Levine, T. D. Marsico, T. J. Mayfield-Meyer, J. A. Miller-Camp, R. M. Nelson, M. A. Phillips, M. A. Revelez, D. R. Roberts, R. A. Singer, and J. M. Zaspel. 2020. Regional collections are an essential component of biodiversity research infrastructure. BioScience 70: 1045-1047.

Novacek, M. J. and S. L. Goldberg. 2013. Museums and Institutions, Role of. In: Levin S.A. (ed.) Encyclopedia of Biodiversity, second edition, Volume 5, pp. 404–420. Waltham, MA: Academic Press.

OECD (Organization for economic co-operation and development). 1999. Final report of the OECD megascience forum working group on biological informatics. Paris: OECD Publications.

Parmesan, C. 1996. Climate and species' range. Nature 382: 765–766.

Pimentel D, L. Lach, R. Zuniga, and D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. BioScience 50: 53–65.

Sailer, R. I. 1969. A taxonomist's view of environmental research and habitat manipulation. Proc. Tall Timbers Conf. 1. 244p.

Savary, S., L. Willocquet, S. J. Pethybridge, P. Esker, N. McRoberts, and A. Nelson. 2019. The global burden of pathogens and pests on major food crops. Nat. Ecol. Evol. 3: 430–439.

**Sharkey, M. J., D. H. Janzen, W. Hallwachs, E. G. Chapman, M. A. Smith, T. Dapkey, A. Brown, S. Ratnasingham, S. Naik, R. Manjunath, K. Perez, M. Milton, P. Hebert, S. R. Shaw, R. N. Kittel, M. A. Solis, M. A. Metz, P. Z. Goldstein, J. W. Brown, D. L. J. Quicke, C. van Achterberg, B. V.

Brown, and J. M. Burns 2021. Minimalist revision and description of 403 new species in 11 subfamilies of Costa Rican braconid parasitoid wasps, including host records for 219 species. ZooKeys 1013: 1–665.

Short, A. E. Z., T. Dikow, and C. S. Moreau. 2018. Entomological collections in the age of big data. Annu. Rev. Entomol. 63: 513–530.

Srivathsan, A., E. Hartop, J. Puniamoorthy, W. T. Lee, S. N. Kutty, O. Kurina, and R. Meier. 2019. Rapid, large-scale species discovery in hyperdiverse taxa using 1D MinION sequencing. BMC Biol. 17: 96. https://doi.org/10.1186/s12915-019-0706-9

Stork, N. E. 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? Annu. Rev. Entomol. 63:31–45.

Suarez, A. V., D. A. Holway, and T. J. Case. 2001. Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: Insights from Argentine ants. PNAS 98: 1095–1100.

Suarez, A. V. and N. D. Tsutsui. 2004. The value of museum collections for research and society. BioScience 54: 66–74.

Trivellone, V., W. Wei, L. Filippin, and C. H. Dietrich. 2021. Screening potential insect vectors in a museum biorepository reveals undiscovered diversity of plant pathogens in natural areas. Ecol. Evol. 11: 6493–6503.

UNESCO 2015. Recommendation concerning the protection and promotion of museums and collections, their diversity and their role in society. (http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID¼49357&URL_DO¼DO_

Wagner, D. L. 2020. Insect declines in the Anthropocene. Annu. Rev. Entomol. 65: 457–480.

Zamani, A., D. D. Pos, Z. F. Fric, A. B. Orfinger, M. D. Scherz, A. S. Bartoňová, and H. F. Gante. 2022. The future of zoological taxonomy is integrative, not minimalist. System. Biodivers. 20: 1, 1–14.

Zattara, E. E., and M. A. Aizen. 2021. Worldwide occurrence records suggest a global decline in species richness. One Earth 4: 114–123.

附錄一

行政院農業委員會農業試驗所昆蟲與蟎類標本館簡介

行政院農業委員會之農業試驗所 (Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan) 創建於西元 1895 年，初稱為試作場，1900 年改制為臺北縣農事試驗場，至 1903 年研究作物害蟲的昆蟲部門成型，1907 年由素木得一博士 (Dr. Tokuichi Shiraki) 接任當時臺灣總督府農業試驗場的昆蟲部長，將昆蟲標本採集與保存、搜集昆蟲分類文獻、昆蟲標本鑑定與分類等事項，定為昆蟲部的發展方針，1921 年改制為應用動物科 (羅 1986；周及邱 1987；石等 2002)，由於應用動物科成立迄今，雖以農業昆蟲 (害蟲與益蟲) 相關研究為主，然農作物尚有蛛形綱的蟎類、腹足綱的軟體動物類、哺乳綱的鼠類以及鳥綱的鳥類等有害動物危害，這些有害動物也有其天然生物天敵，此為沿用應用動物的名稱由來。以上有關昆蟲部的昆蟲標本蒐藏，部分昆蟲成為農試所的昆蟲標本蒐藏根基。

1945 年之後迄今，應用動物系 (現今之應用動物組) 同仁，藉由執行農試所昆蟲分類自辦計畫，以及參與行政院國家科學委員會 (2014 年改制為科技部)、農委會以及檢疫局 (1998 年成立) 所支持的重要計畫，對臺灣產昆蟲 (以農業昆蟲為主) 進行分類、鑑定、標本製作保存、資訊建立並發表相關學術報告，這當中對館藏昆蟲 (蟎) 標本蒐藏較具代表性的主題，包括 (1) 農試所歷年自辦計畫支持的農業害蟲 (蟎) 及其天敵之分類與鑑定 (1945 年迄今)；(2) 國科會支持的臺灣昆蟲相調查研究 (1980–1987 年) (周及邱 1987)、鞘翅目金花蟲科 (2007 年迄今) 與葉蟬科分類 (2009–2011 年)；(3) 防檢局支持的進口作物檢出有害生物鑑定 (2000 年迄今)；(4) 農試所自辦計畫支持的生物多樣性之蟲蟎調查與鑑定 (2001–2004 年)；(5) 防檢局支持的金門馬祖與澎湖等外島之植物檢疫害蟲偵查暨植物防疫害蟲調查 (2001–2004 年；2021 年迄今)；(6) 農委會與農試所支持的農業長期生態系統節肢動物相 (2006 年迄今)；(7) 歷年由國際學者提供的植物檢疫害蟲或國外作物重要害蟲等。

以上，自創館以來的標本，均保存在農試所應用動物組的農業昆蟲與蟎類標本館，成為國內外學者研究我國及鄰近地區之農業昆蟲或是植物檢疫害蟲的重要素材，迄今已有來自 60 個國家以上的國外學者 (主為歐洲、北美、東亞與紐澳等區域) 進行國際合作，這些學者也為協助我國鑑定植物檢防疫或新興害蟲，或提供

此類害蟲的重要研究文獻。

農試所館藏昆蟲與蟎類標本數量，成立迄今各類保存型式的標本數量，粗估已超過 200 萬件，以針插乾燥標本為主要保存型式，其他尚有玻片標本、三角紙或瓶裝保存的乾燥標本。在針插乾燥標本所屬之分類群，主為鞘翅目、膜翅目、蜻蛉目、鱗翅目 (蝶類及農業有關的蛾類)、半翅目 (含異翅亞目、鞘喙亞目、蠟蟬亞目、蟬亞目及胸喙亞目) 及其他各目之農作物害蟲 (如直翅目) 與益蟲 (如螳螂目、脈翅目) 標本等；玻片標本則以纓翅目、半翅目 (主要為蚜蟲、粉蝨及介殼蟲)、膜翅目寄生性天敵及農作物害蟎 (如葉蟎科) 為主。

The Importance and Future Prospects of Insect Collections, Insect Identification, and Insect Taxonomy in Agriculture

Hsien-Tzung Shih[1,*], Shu-Pei Chen[1,*], Chi-Yang Lee, and Chi-Feng Lee[1,*]

[1] Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

Abstract

Insects are one of the most valuable organisms in the world. They provide innumerably ecological services to humans. Most of the services performed by these creatures go unnoticed. Insufficient understanding of insect species and ecological science during crop production leads to misidentification or loss of control opportunities, allowing some insects to reach pest status and damage our crops and economy. Insect taxonomy plays a valuable role in enhancing the economy of society and agriculture. Correct identification or taxonomy has saved money and improved the economy of society and agriculture. Supporting taxonomic research would have several benefits, including helping to document native species diversity, assessment, and utilization; through accurate identification of beneficial insects, and then obtaining relevant biological and ecological information from historical literature, and accelerating the application of biological control; simultaneously, plant quarantine also makes clear decisions due to rapid and accurate identification. The aim of this article is to provide a balanced view on the importance of insect collections, insect identification, and insect classification to agriculture.

Key words: Insect collection, Insect identification, Insect taxonomy, Agriculture

*Corresponding author.
E-mail: htshih@tari.gov.tw
spchen@tari.gov.tw
chifeng@tari.gov.tw